

压电陶瓷材料和

磁致伸缩材料都是能够将机械能和电能互相转换的功能材料

。它们都可以用声传感器、声换能器、超声换能器等。但它们的工作原理、特性以及使用方法有很大区别。本文将介绍它们各自的特性特点和应用特长。

压

电陶

瓷是一种

陶瓷材料，其特点

是具有较高的压电效应。什么是压电

性能呢？压电效应

可分为正压电效应和逆压电效应。正压电效应

是指压电陶瓷受到特定方向外力的作用时，在压电陶瓷的正负极上产生相反的电荷，当外力撤去后，又缓慢恢复到不带电的状态；逆压电效应是指在对压电陶瓷的极化方向上施加电压，压电陶瓷会随之发生形变位移，电场撤去后，形变会随之消失。

。要使

压电陶瓷具有

比较大的压磁效应，需要预

加一个电场，这个过程叫做电极化

。极化前和极化后的性能差别是很大。电极化过程比较复杂，不但需要很高的电场，而且需要在较高的温度下进行极化，因此需要专门的设备。如果在使用过程中温度超过它的临界温度（ $T_c$ ），会产生失极化，也就说之前的极化获得的效果没了，温度降下来之后还要再重新极化。

磁致伸缩材料一般是金属材料，其特点是具有明显的磁致伸缩性能。

什么叫磁致伸缩性能呢？就是在材料环境磁场发生变化时伸长或缩短。反之，当材料受到力的作用时也会在材料的两端产生磁场，这个逆效应叫做压磁效应。

磁致伸缩材料不需要像压电陶瓷一样类似极化的过程，只要有磁场变化就会有伸缩，为了获得更加灵

敏的磁致伸缩效果，有的磁致伸缩材

料（例如稀土

超磁致

伸缩材料）会

预加一个磁场（偏置磁场）

。这个偏置磁场可以用一路励磁线圈实现，也可以加一个永磁体

获得。磁致伸缩材料也有一个临界温度，在此温度以上会失去其大的磁致伸缩特性

，这个温度一般是该材料的铁磁性/顺磁性转变温度，即居里温度 ( Tc )。当在使用过程中，温度超过居里温度，再回到室温其大磁致伸缩性能可以恢复，可以继续正常工作，如果偏置磁场采用永磁材料则需要注意这个永磁材料是否失磁，如果失磁了需要磁化。

稀土超磁致伸缩材料是目前磁致伸缩系数最大者。下面就比较一下稀土超磁致伸缩材料和压电陶瓷材料的性能特点。

稀土超磁致伸缩材料和压电陶瓷材料的共性与特性见表1。

表1 稀土超磁致伸缩材料和压电陶瓷材料的共性与特性

	压电陶瓷材料	稀土超磁致伸缩材料
组成属性	陶瓷 ( 无机非金属材料 )	合金 ( 金属间化合物 )
生产工艺	陶瓷生产工艺 ( 粉末烧结 ) + 被电极 + 高压极化	定向凝固工艺
磁 ( 电 ) 致伸缩应变 ( ×10 <sup>-6</sup> )	300-400	1000-2000
导电性	绝缘	导电
导热性	差	好
响应速度	ms ( 毫秒级 )	μs ( 微秒级 )
输出力 ( N/cm <sup>2</sup> )	4000-4600	1700-3000
用于大功率超声应用	不适宜长时间连续工作 打火机、传感器、超声换能器、声波换能器	可以长时间连续工作 超声换能器、声波换能器

图1 陶瓷材料

图2 稀土超磁致伸缩材料

图3 稀土超磁致伸缩材料的磁致伸缩应变曲线